



河北省北部山区 水土资源协调利用 技术研究

周亚岐 于京要 刘艳民 编著

HEBEISHENG BEIBU SHANQU

SHUITU ZIYUAN XIETIAO LIYONG

JISHU YANJIU



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

河北省北部山区 水土资源协调利用 技术研究

周亚岐 于京要 刘艳民 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书结合国内外相关研究,对河北省北部山区水资源、土壤资源、水土保持等作用机理进行了理论分析和评价,提出了适用于北部山区水资源协调利用与经济发展、资源与环境保护、发挥综合效益等研究目标,为该区水土资源的科学利用提供技术支撑和宏观指导作用。

通过水资源协调技术研究,不仅能充分了解北部山区水资源基本规律,并能对北部山区坡地改善水土资源环境,最大限度地合理利用,了解降雨存蓄、还原绿色山林环境等,具有巨大的社会、经济及生态效益。

本书内容全面,资料翔实,理论与实践相结合,具有很强的适用性和操作性,为发展我国水土资源可持续高效利用起到了重要的指导作用。本书可供广大科技工作者阅读,也可供大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

河北省北部山区水资源协调利用技术研究 / 周亚岐, 于京要, 刘艳民编著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2015.5
ISBN 978-7-5170-3204-5

I. ①河… II. ①周… ②于… ③刘… III. ①水资源利用—研究—河北省②土地资源—资源利用—研究—河北省 IV. ①TV213.9②F323.211

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第109080号

书 名	河北省北部山区水资源协调利用技术研究
作 者	周亚岐 于京要 刘艳民 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	140mm×203mm 32开本 5印张 134千字
版 次	2015年5月第1版 2015年5月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	26.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《河北省北部山区水土资源协调利用 技术研究》编写人员

主 编：周亚岐

副 主 编：于京要 刘艳民

参编人员：周亚岐 于京要 刘艳民

邵清宽 吴彦斌 卢丽荣

薛广鹏 黄 晶 戴 梅

李 静 郭守利 张宝生

姜彤宇 张喜忠 杨 芳

尹健婷 周智男 耿九飞

袁 刚 刘凤弟

前 言

河北省北部山区具有国土面积广、地势复杂、气候南北差异大等特点。由于土地资源利用不当，水资源开发方式单一，两者配套协调性不足等原因，使得广大土地资源未能发挥应有的效益，同时也造成了水土流失、沙化、河湖淤积等问题。严重的水土流失使得蓄水工程兴利作用大为降低，区域内的庙宫水库已淤满，现已基本失去了蓄水功能。密云水库、潘家口水库分别位于潮白河、滦河流域的山区关键控制位置，是北京市、天津市的主要水源地，库区淤积也对蓄水和供水效益产生了一定影响。

近年来，承德市投资 20.1 亿元，以推进 21 世纪首都水资源可持续利用、中小河流治理等项目建设。共治理滦河、潮河流域水土流失 5750km²、河道 252km。预计到 2020 年可实现森林覆盖率达 60% 以上，有力地增加了水源涵养能力。

在区域土地保护不够形成的沙化严重问题曾造成了沙进人退，已影响到群众的正常生活，村民都因沙土淹没不得不将居住已久的村庄迁移。

由于水资源开发利用和土地利用方式的单一化，不仅使土地肥力减退，也加剧了水土流失，水工程的防

洪、输水效益降低，影响村庄防洪安全和正常生活生产，水资源配套建设工程不足，导致城市发展受限，不能正常发挥城市综合效益。

通过对河道的治理，不仅减少了入库泥沙，保护了沿岸的粮田，同时减缓了突发性自然灾害对人民生命财产的危害，保障山区经济可持续发展。山区农村群众的收入不断增加，2010年承德市农村家庭人均收入达到4381元，年增长率12%左右，大部分村告别了贫穷。

通过水土资源协调利用，改善了农业生产条件和生态环境，有力地推进了区域经济的稳定、持续、快速发展。小流域治理从改善农业生产条件和生态环境入手，坚持山水林田路、上下游、左右岸、毛支沟的全方位、系统化、规模化治理。经过治理的小流域较好地改变了生产条件，增强了抗御自然灾害的能力，实现了经济繁荣，生态环境走向良性循环。实践证明，以水土保持、经济林建设、坡耕地改造，并加上配套的水资源措施是生态环境建设的主体工程，是改善山区农业生态环境的主要途径。

针对河北省北部山区的水资源、土地资源分布特点和开发、利用与保护中存在的种种问题，开展水土资源协调利用研究，避免了土地的盲目开垦，减少了因水土流失造成的土壤侵蚀，对于发挥资源效益、保护环境、持久发展、生态文明、社会和谐都具有重要意义。该成果有利于实现水土资源利用与保护中的科学管理和决策，有利于知识的普及和推广，具有重要的实用价值。

本书在编写过程中得到了谢子书教授级高级工程师的指导，在此表示感谢。

本书的出版，旨在助推我国水土资源行业技术的发展与进步，也在推进 21 世纪首都水资源可持续利用、中小河流环境治理等项目建设，给同行提供借鉴和参考。

鉴于编者水平有限，书中难免有不当之处，期盼读者不吝指正。

编 者

2014 年 12 月

【 目 录 】

前言

1 资源环境承载力研究	1
1.1 自然地理概况	1
1.2 河流水系	6
1.3 社会经济情况	12
2 水土资源特性研究	14
2.1 水资源及可利用量研究	14
2.2 土地资源及利用量研究	31
2.3 水资源需求预测研究	36
2.4 水土资源平衡研究	51
3 水土资源配置数学模型的构建与智能粒子群求解	56
3.1 水土资源优化配置建模	56
3.2 水土资源优化配置线性规划数学模型的构建	56
3.3 水土资源优化方案的空间配置问题	65
3.4 基于粒子群的智能优化求解	66
4 山区水土资源协调利用决策支持系统	75
4.1 建立不同类型区专项数据库	75
4.2 规范标准的组配	75
4.3 方案组配专家决策系统实现	76
4.4 系统部分运行画面	77
5 水土资源协调技术研究	81
5.1 土地资源治理	81
5.2 水资源保护	85
5.3 农业水土资源协调利用研究	91

6 典型试验区水土资源协调开发实例	101
6.1 王麻子沟“坡改梯加集雨水窖”工程	101
6.2 大阁南川小流域综合治理	102
6.3 清水河小流域水土保持综合治理	112
6.4 密云水库上游潮河干流生态治理	127
6.5 五道河城镇供水	132
6.6 滦平县城生态河流治理修复	135
6.7 承德主城区供水规划	138
参考文献	150

1 资源环境承载力研究

1.1 自然地理概况

承德市全境均属山区，位于河北省东北部，地处燕山山脉东段长城北侧，位于东经 $115^{\circ}54' \sim 119^{\circ}20'$ ，北纬 $40^{\circ}12' \sim 42^{\circ}40'$ 之间。东部与辽宁省交界，北部同内蒙古自治区接壤，南临河北省的唐山市、秦皇岛市和天津市，西部与北京市和张家口市毗邻。承德市总面积为 39513km^2 。

1.1.1 地形地貌

承德市山区地势总体西北高东南低，群山环绕，沟谷纵横，地形地貌复杂多变。

承德市西北部为高原区，是内蒙古高原的南缘部分，俗称“坝上区”，其主峰东猴顶山属阴山山脉，海拔 2293.00m ，是坝上坝下地貌区的分界山，也是承德市最高山峰。坝上区面积为 3846km^2 ，占承德全市总面积的 10% ，海拔一般在 $1000.00 \sim 1800.00\text{m}$ ，相对高度在 200m 左右，地势平缓，坡度较小，有垄状山岭分布和剥蚀堆积地形。承德坝上区与内蒙古一望无际的大草原不同，其草场、坡地大部分布于山丘之间。

承德市其余部分均为山地，山地总面积为 35943km^2 ，占承德全市总面积的 90% ，属燕山地槽与内蒙古高原地质过渡带，主要由燕山山脉和七老图山脉组成，燕山山脉近于东西走向，海

拔在 500.00~1500.00m 之间。承德市山地主要山峰有都山、五指山、雾灵山、光头山、石虎山、黑山、云雾山，海拔都在 1300.00m 以上。雾灵山海拔 2116.20m，为燕山山脉主峰。承德市最低处为滦河出境处潘家口水库附近，海拔约 200m。

1.1.2 地质条件

承德山区的地质构造和水文地质情况均较复杂。从大地单元上是位于中朝陆台北缘，与蒙古地槽南缘相接。最突出的区域地质特点是中国标准阿尔卑斯式褶皱构造，由于褶皱同期或后期花岗岩的侵入，局部地区产生了窟窿和小型盆地构造，伴随着产生了砂的断层，并间有逆掩断层。整个承德山区可划分为三块构造：一是内蒙古地槽；二是内蒙古背斜；三是燕山沉降带。按照水文地质分区划分标准，承德属两个水文地质区，一是冀北山地水文地质区；二是内蒙古高原水文地质区。地下水的储存有三种形式：潜水、岩石裂隙水和喀斯特溶洞水。

1.1.3 水文气象

承德山区地处温带向暖温带过渡气候带，属半干旱间半湿润、大陆季风型山地气候，受西伯利亚冷气团、副热带太平洋气团和地形影响，各地之间气候相差悬殊，总体上冬季寒冷干燥少雪，夏季炎热多雨，且常有冰雹，春季干旱少雨，秋季天凉气爽，冷暖适中。

承德全境温度由北往南递增，常年平均气温由坝上区的 0.4℃ 增至南部山区的 9.2℃，全区多年平均气温为 7.5℃，7 月气温最高，平均气温 24.3℃。1 月气温最低，平均气温 -9.1℃。平均气温随纬度的增加而递减。

承德山区冬季受蒙古高压控制，天气晴朗，雨雪稀少，气温都在 0℃ 以下，昼夜之间温度升降十分剧烈。尤以春季三、四月变化最为明显，日温差可达 20℃。

承德山区夏季受大陆低气压和副热带高压控制，6~8 月盛行南风，湿润气候遇本区高山抬升形成降水。承德全区多年平均

降水量 533mm, 降水总量为 212 亿 m^3 。降水变化总趋势由北向南逐步递增, 北部降水量 400~500mm, 中部降水量 500~650mm, 南部降水量 650~750mm。

围场北部大光顶山、平泉东南部、兴隆雾灵山地区由于地形的抬升作用, 形成多雨区。兴隆、宽城县南部沿长城一线多年平均降水可达 750mm 以上, 而丰宁的小坝子、四岔口及坝上地区年降水量在 400mm 左右, 是承德山区的少雨地区。中部地区年降水量一般在 500~600mm。

1.1.4 土壤

承德山区土壤类型总体可划分为 14 个土类, 28 个亚类, 主要以棕壤和褐土为主, 占土地总面积的 80% 以上。土壤结构良好, 养分含量丰富, 酸碱度适中, 有利于多种植物的生长和农业生产的发展。北部坝上区主要是灰色森林土、栗钙土和黑土, 土壤肥力较高, 有机质含量为 1%~5%, pH 值为 4~7, 耕地表土层不足 20cm, 山地表土层 5~15cm, 沙漠化和潜在沙漠化现象严重; 中部土石山地土壤主要是棕壤土、褐土和风沙土等, 其中棕壤土和褐土分布最广, 耕地表土层一般在 30cm 以上, 黄土岗丘土层较厚, 一般为几米至十几米; 南部石质山区土层较薄, 山地坡面坡度较陡, 裸岩和石荒面积较大。

1.1.5 植被

承德山区植被分区属我国东部较湿润温带半干旱性落叶、阔叶林和灌丛草原亚带。承德山区由于降雨、温度、海拔方面存在差异, 可分为坝上区和坝下区两区。

(1) 坝上区。坝上区包括丰宁县和围场县坝上部分, 涉及 13 个乡、两个省属国营林场, 总面积 3846km^2 , 耕地面积 3.55万 hm^2 , 农业人口 7.6 万人, 农村劳动力 3.3 万人。农业人口占有耕地水平为 $0.5\text{hm}^2/\text{人}$, 农村劳动力负担耕地水平为 $1.06\text{hm}^2/\text{人}$ 。

坝上区特点是热量条件较差, 雨量稍少, 适宜牧草生长, 林

草资源相对较为丰富。

坝上区林木生长条件优越，人工育林有较好基础。年平均气温 $-0.3\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ ，大于等于 0°C 的积温达到 $2100\sim 2400^{\circ}\text{C}$ ，大于等于 10°C 的积温达到 $1600\sim 1800^{\circ}\text{C}$ ，无霜期 $80\sim 100$ 天。热量分布由西南向东北递减。降水量 400mm 左右。坝上区气候与土壤特点造成易发生风沙、冷雹、霜冻、雨淞等自然灾害，对发展种植业不利，而适宜牧草、林木生长。坝上区为森林藁和草甸草原，藁面积大，牧草种类多，无芒雀麦、痧草、羊草、披碱草、赖草、早熟禾、草木樨、山野豌豆、羊胡子草、萎陵菜等，都是细毛羊、牛、马各种牲畜的优质饲草。经塞罕坝林场20多年试种，落叶松、樟子松适宜区域生长，塞罕坝人工林受益面积达 3.6万 hm^2 。

位于坝上区的塞罕坝是最美的原生态区，最具特色的是森林草原景观，一年四季，风光各异，被誉为“河的源头、云的故乡、花的世界、林的海洋”。

塞罕坝是滦河源头之一。良好的森林植被孕育了众多的溪流、湖泊、沼泽和湿地。境内较大的河流有六条，其中吐力根河、阴河是滦河、辽河的主要发源地之一；较大的湖泊有七星湖、泰丰湖、月亮湖、太阳湖等，还有大面积的沼泽和湿地。塞罕坝的河流甘甜清冽，湖水波光潋滟，真正展现了水的多、清、静、柔之美。

夏季的塞罕坝是一个天然的大花园，最漂亮的首推沼泽地里连片绽放的金莲花，随风摇摆，满眼金黄；还有鲜红的野百合、纯黄的野罂粟、淡紫的野菊花、紫色的铜锣花、雪白的走马芹、紫蓝色的柳蓝、鸽子蓝、粉白的干枝梅……林间里、草地上，数不清的各种野花满山遍野竞相开放，到处是万紫千红，无边锦绣。

塞罕坝森林公园总面积 9.5万 hm^2 ，其中林地面积 7.3万 hm^2 。森林主要以落叶松、樟子松和云杉为主，还有白桦、山杨、柞树、五角枫等。登高而望，无边无际的森林随山起伏，碧

波荡漾，集中连片的百万亩森林就像绿色的海洋，波澜壮阔，蔚为壮观。

塞罕坝空气清新，气候凉爽，盛夏温度平均 25℃ 左右，最高不超过 30℃，盛产蘑菇、蕨菜等珍贵的天然绿色食品。塞罕坝森林公园是观林海、踏草原、避酷暑、回自然难得的胜地。

塞罕坝木兰围场国家森林公园以其百余万亩的森林构成无边无际的林海，更有草原和草甸互相镶嵌，气势宏伟而赏心悦目。森林浓荫如盖，松涛隐隐；林缘处佳木葱茏，清溪潺潺；草原上绿草鲜花织成灿烂锦绣，草甸上仙鹤漫步，水禽嬉戏，到处鸟啼鹿鸣。在一片诗情画意中，充盈着无限生机，对游人具有很大吸引力。

塞罕坝区植物种类繁多，季相变化十分丰富。春季一片新绿，5 月中下旬，积雪刚刚融化，杜鹃花已经含苞待放。夏季百花盛开，金黄色的金莲花、山罂粟、蒲公英，紫红色的地榆、钢钹花，雪白的走马芹花、银莲花，粉红的柳蓝，蓝色的飞燕草、华北乌头等到处争奇斗妍。塞外 9 月中下旬的秋季，森林便开始披上秋装，五角枫、白桦、柞木、山丁子等满山红遍，层林尽染，色彩之浓艳，范围之广阔，远远超过闻名遐迩的北京香山。与此同时，草原上野菊花、干枝梅铺天盖地，香风扑面，沁人心脾。塞罕坝有漫长的隆冬，在莽莽的雪原上，云杉、樟子松、油松迎风屹立，更显得挺拔伟岸。

(2) 坝下区。坝下区雨量充沛，气候湿润。燕山北麓属于中温带向暖温带过渡的大陆性气候，冬季寒冷干燥，春季干旱多风，夏季高温多雨，秋季晴朗少风，寒暖适中，四季分明。在夏季， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温占全年的 60% 以上，对作物生长发育有利。早秋昼夜温差大，各地平均日较差约在 13°C 以上，白天天气气温偏高，有利于光合作用。夜间功效低，利于糖分向籽粒果实积累。

坝下区总体人口密度较低，农业人口平均占有土地 $0.87\text{hm}^2/\text{人}$ ，相当于河北省平均值的 2 倍。由于地形复杂，气候多变、

植被种类繁多，受母质及社会活动不同因素的影响，区域内土壤具有多样性，有生态环境林、牧草和多种植物生长的棕壤土、灰色森林土、栗钙土、黑土、风砂土，有利于粮食、果、桑和经济作物生长的褐土、草甸土，还有可供发展苇蒲的沼泽土等。

坝下区土壤中矿物养分比较丰富，绝大部分土壤含钾量达 $1.6\% \sim 3.6\%$ ，速效钾在 60ppm 以上。由于气候适宜，温差较大，加之土壤富钾，有利于作物糖分积累的转化。土壤含磷量一般为 $0.10\% \sim 0.26\%$ ，现有林地、草场土壤有机质的含量较高，阴坡多在 1.8% 以上。耕地大都是微酸性—中性—微碱性土壤，适宜农作物生长。山地多是中性—微酸性土壤，有利于林果、牧草的生长。

由于复杂的地形对水热的再分配，形成许多地域性小气候和小环境，适生植物种类繁多。雾灵山区就有野生高等植物 450 多种，隶属 80 多科，2301 多属。农作物种类也较多，玉米、谷子、高粱、小麦、水稻、甘薯、大豆、莜麦、花生、芝麻、向日葵、马铃薯、胡麻、烟草、甜菜等凉温作物都有种植，是典型的杂粮区。

坝下区林地面积占河北省林地面积 45% 以上，木材蓄积量 3622 万 m^3 ，约占河北省的 60% 。林木主要树种有落叶松、油松、云杉、侧柏、杨、桦、榆、椴、槐、椿等。还有核桃楸、栓皮栎等。野生植物以中药材种类为多，约有 280 多种，还有经济价值较高的黄花、木耳、蕨菜、蘑菇、山杏、猕猴桃、山枣、榛子等。野生动物有孢子、黄羊、野猪、獾、狐狸、马鹿、土豹、山狸、青羊、山鸡、山兔、野鸽和一些鸟类。

1.2 河流水系

承德山区河流分属三个流域，即滦河流域、潮白蓟运河流域、辽河流域。滦河流域集水面积 28878 km^2 ，占全区总面积的

72.6%，主要一级支流有小滦河、兴洲河、伊逊河、武烈河、老牛河、柳河、瀑河、青龙河、洒河等；潮白蓟运河流域集水面积6777km²，占全区总面积的17.0%，主要一级支流有潮河、白河、安道木河、清水河、沟河等；辽河流域集水面积4154km²，在承德市分为辽河南和辽河北两部分，分别占全区总面积的7.0%、3.4%，主要一级支流有大凌河、老哈河、阴河、乌力代河、西路嘎河。承德山区主要河流分布情况，见表1-1。

表 1-1 承德山区主要河流特征统计表

流域	河流名称	河流等级	控制面积 /km ²	起 点	终点	河长 /km	平均坡降 /‰
滦河	闪电河	滦河干流	1023.92	丰宁县大滩镇	滦河		
	吐里根河	一级支流	703.11	围场县	滦河		
	小滦河	一级支流	2009.73	围场县西北部塞罕坝上老岭西麓	滦河	130.5	3.47
	滦河干流	滦河干流	5791.39	丰宁县大滩镇	渤海	345.91	
	兴洲河	一级支流	1970.88	丰宁县选将营子川	滦河	113.33	10.1
	伊逊河	一级支流	6732.43	围场县台子水川	滦河	222.7	6.84
	武烈河	一级支流	2590.94	隆化县鸛鹑川娘家庙	滦河	106.23	10.8
	老牛河	一级支流	1712.74	承德县獾子沟分水岭	滦河	71	13.09
	柳河	一级支流	1199.15	兴隆县雾灵山	滦河	120.5	5.62
	瀑河	一级支流	1989.53	平泉县安丈子	滦河	110.75	7.87
	洒河	一级支流	965.85	兴隆县东八品叶	大黑汀水库	58.36	10.6
	柴白河	一级支流	702.42	承德县	滦河	66.3	
	暖儿河	一级支流	232.82	承德县	滦河		
	青龙河	一级支流	862.38	平泉县泥杖子	滦河	32	2
	长河	一级支流	391.06	宽城县亮甲台	滦河	57.6	11.4

续表

流域	河流名称	河流等级	控制面积 /km ²	起 点	终点	河长 /km	平均坡降 /‰
潮白 蓟运 河	潮河	一级支流	4787.39	丰宁县上黄旗哈拉 海沟分水岭	密云 水库	185.5	5.7
	清水河	一级支流	494.49	承德县、兴隆县	密云 水库		
	汤河天河	一级支流	819.62	丰宁县	黑河	54.35	13.2
	沟河	一级支流	289	兴隆县			1.7
	沙河	一级支流	386.24	兴隆县			1.7
辽河	大凌河	一级支流	434.9	平泉县榆树林子	辽河	24	1.46
	阴河	一级支流	1483.14	围场县新拨乡	辽河	48.75	23.2
	乌力代河	一级支流	850	围场县	辽河		
	西路嘎河	一级支流	471.51	围场县朝阳湾	辽河	51.75	6.25
	老哈河	一级支流	914.23	平泉县九神庙光头山	辽河	57	13.1

1.2.1 滦河流域

滦河流经河北省、内蒙古自治区和辽宁省三个省（自治区）的23个县（旗、区、市），其干流和主要支流遍布于承德山区。滦河干流出承德市境后入唐山市、秦皇岛市境，在唐山市乐亭县注入渤海，全长888km，总流域面积44750km²。滦河发源于承德，贯穿承德全境，在承德境内长374km，流域面积28858km²，占流域总面积的64.5%，占承德市总面积的72.5%。

滦河水系支流众多，其中流域面积大于1000km²以上的一级支流有9条，即小滦河、兴洲河、伊逊河、武烈河、老牛河、柳河、瀑河、洒河及青龙河。

根据河谷地貌和水流特征，滦河干流自发源地至内蒙古多伦县东部的大河口称为上游，自大河口以下至唐山迁安市罗家屯称为中游，罗家屯以下至入海口称为下游。

滦河上游称闪电河，发源于丰宁县西北部内蒙古高原南缘海拔2206.5m的小梁山南麓，入沽源县境后，闪电河沿沽源县东